

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



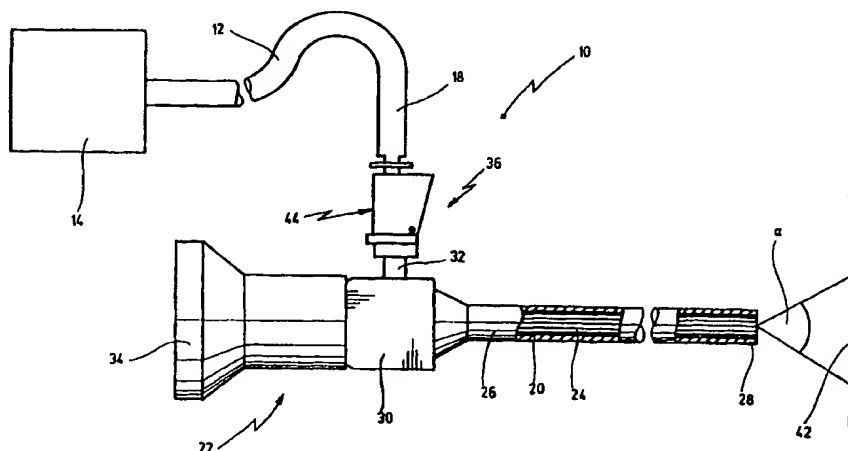
<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>G02B 23/24, A61B 1/07</b>		<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 99/63384</b>
			<b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 9. Dezember 1999 (09.12.99)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP99/03741			<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
<b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 29. Mai 1999 (29.05.99)			
<b>(30) Prioritätsdaten:</b> 198 24 436.3 30. Mai 1998 (30.05.98) DE			
<b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> KARL STORZ GMBH & CO. [DE/DE]; Mittelstrasse 8, D-78532 Tuttlingen (DE).			
<b>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> RUDISCHHAUSER, Jürgen [DE/DE]; Egerstrasse 24, D-78532 Tuttlingen (DE). KEHR, Ulrich [DE/DE]; Robert-Koch-Strasse 110, D-73760 Ostfildern (DE).			
<b>(74) Anwälte:</b> HEUCKEROTH, Volker usw.; Witte, Weller & Partner, Rotebühlstrasse 121, D-70178 Stuttgart (DE).			<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

**(54) Title:** LIGHT TRANSMISSION SYSTEM FOR AN ENDOSCOPIC DEVICE

**(54) Bezeichnung:** LICHTÜBERTRAGUNGSSYSTEM FÜR EINE ENDOSKOPISCHE ANORDNUNG

**(57) Abstract**

The invention relates to a light transmission system (10) for an endoscopic device. Said system comprises at least one first light guide (12) which supplies light from a light source (14), and at least one second light guide (20) which is arranged downstream from the first light guide (12). A coupling point (36) is provided between a light outlet surface (38) of the first light guide (12) and a light inlet surface (40) of the second light guide (20). The light from the first light guide (12) is injected into the second light guide (20) at said coupling point. The coupling point (36) is configured such that light beams which exit the first light guide (12), said light beams running parallel to the axis in the first light guide (12), run in the second light guide (14) in an inclined manner at an angle ( $\beta$ ) with regard to the longitudinal axis thereof. The invention provides that the coupling point (36) is configured in such a way that the angle ( $\beta$ ) can be adjusted in a variable manner.



#### (57) Zusammenfassung

Ein Lichtübertragungssystem (10) für eine endoskopische Anordnung weist zumindest einen ersten Lichtleiter (12), der Licht von einer Lichtquelle (14) zuführt, und zumindest einen dem ersten Lichtleiter (12) nachgeordneten zweiten Lichtleiter (20) auf. Zwischen einer Lichtaustrittsfläche (38) des ersten Lichtleiters (12) und einer Lichteintrittsfläche (40) des zweiten Lichtleiters (20) ist eine Koppelstelle (36) vorhanden, an der das Licht von dem ersten Lichtleiter (12) in den zweiten Lichtleiter (20) eingekoppelt wird. Die Koppelstelle (36) ist so ausgebildet, daß solche aus dem ersten Lichtleiter (12) austretende Lichtstrahlen, die im ersten Lichtleiter (12) achsenparallel verlaufen, in dem zweiten Lichtleiter (14) unter einem Winkel ( $\beta$ ) bezüglich dessen Längsachse verkippt verlaufen. Es wird vorgeschlagen, die Koppelstelle (36) so auszubilden, daß der Winkel ( $\beta$ ) variabel einstellbar ist.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Lichtübertragungssystem für eine endoskopische Anordnung

Die Erfindung betrifft ein Lichtübertragungssystem für eine endoskopische Anordnung, mit zumindest einem ersten Lichtleiter, der Licht von einer Lichtquelle zuführt, und mit zumindest einem dem ersten Lichtleiter nachgeordneten zweiten Lichtleiter, wobei zwischen einer Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters und einer Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters eine Koppelstelle vorhanden ist, an der das Licht von dem ersten Lichtleiter in den zweiten Lichtleiter eingekoppelt wird, wobei die Koppelstelle so ausgebildet ist, daß solche aus dem ersten Lichtleiter austretende Lichtstrahlen, die im ersten Lichtleiter achsenparallel verlaufen, im zweiten Lichtleiter unter einem Winkel  $\beta$  bezüglich dessen Längsachse verkippt verlaufen.

Ein derartiges Lichtübertragungssystem ist aus der US 3,874,783 bekannt.

Ein Lichtübertragungssystem der eingangs genannten Art für eine endoskopische Anordnung umfaßt im allgemeinen einen ersten Lichtleiter in Form eines flexiblen Lichtleitkabels, das mit einem Ende an eine Lichtquelle anschließbar ist, die Licht in den ersten Lichtleiter einkoppelt. Das Lichtleitkabel ist mit dem anderen Ende an ein Endoskop anschließbar, in dessen Schaft ein zweiter Lichtleiter angeordnet ist. Der erste und der zweite Lichtleiter werden in der Regel jeweils aus einem Lichtleitfaserbündel gebildet.

Zwischen dem ersten Lichtleiter und dem zweiten Lichtleiter ist somit eine Koppelstelle vorhanden, an der das Licht aus dem ersten Lichtleiter in den zweiten Lichtleiter eingekoppelt wird. Im Falle des zuvor genannten Endoskops ist die Koppelstelle an einem Gehäuse des Endoskops angeordnet, an dem der Anschluß für das Lichtleitkabel vorgesehen ist. Beim Anschließen des Lichtleitkabels an den Anschluß des Endoskops wird die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters, d.h. die distale Endfläche des Lichtleitfaserbündels des Lichtleitkabels, in unmittelbare Nähe der Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters, d.h. der proximalen Endfläche des Lichtleitfaserbündels des Endoskops, gebracht.

Ein Lichtübertragungssystem der eingangs genannten Art kann aber auch mehr als zwei Lichtleiter aufweisen, beispielsweise wenn mehrere Lichtleitkabel hintereinander geschaltet werden, um ein insgesamt längeres Lichtleitkabel zu erhalten, wobei in

einem solchen Fall entsprechend mehrere Koppelstellen entsprechend der Anzahl der Lichtleiter vorhanden sind.

Bei derartigen Lichtübertragungssystemen besteht häufig das Problem, daß das aus dem zweiten Lichtleiter austretende Licht zur Beleuchtung eines Beleuchtungsfeldes eine Lichtintensitäts- oder Helligkeitsverteilung besitzt, die vom Zentrum des Beleuchtungsfelds zum Rand hin rasch abnimmt und somit schmal ist. Dies beruht darauf, daß die allgemein verwendeten Lichtquellen eine Abstrahlcharakteristik aufweisen, bei der mit zunehmendem Abstrahlwinkel die Lichtstärke abnimmt. Eine weitere Ursache für die ungleichmäßige Intensitätsverteilung des aus dem ersten und dann aus dem zweiten Lichtleiter austretenden Lichts liegt darin, daß mit größerem Einfallswinkel in den ersten Lichtleiter von der Lichtquelle einfallende Lichtstrahlen häufiger an der Mantelfläche des Lichtleiters bzw. an den Grenzflächen der einzelnen Lichtleitfasern, falls der Lichtleiter aus Lichtleitfasern aufgebaut ist, total reflektiert werden, und einen längeren Lichtweg zurücklegen als unter einem kleinen Winkel einfallende bzw. achsparallele Strahlen, und somit bei Übertragung durch den ersten Lichtleiter aufgrund höherer Reflexions- und Absorptionsverluste stärker gedämpft werden. Häufig wird für den ersten Lichtleiter auch ein anderes Material als für den zweiten Lichtleiter verwendet, beispielsweise wegen der größeren Länge eines mit geringerer Dämpfung, was auch eine schmale Helligkeitsverteilung im ersten Lichtleiter bedingen kann.

Wünschenswert ist jedoch eine gleichmäßigere und breitere Helligkeitsverteilung im mit dem Lichtübertragungssystem auszuleuchtenden Beleuchtungsfeld, d.h. eine vom Zentrum zum Rand

hin im wesentlichen gleiche, zumindest nicht deutlich abnehmende Lichtstärkeverteilung.

Nach dem Stand der Technik wurden zur Erreichung dieses Zieles häufig Faserkegel zwischen dem ersten Lichtleiter und dem zweiten Lichtleiter eingesetzt, die aus einem Bündel von Glasfasern bestehen, dessen Durchmesser von seiner Lichteintrittsfläche zur Lichtaustrittsfläche hin abnimmt. Dies hat jedoch den Nachteil, daß der Querschnitt der leuchtenden Fläche abnimmt, daß die Lichtaustrittsfläche sehr klein und damit heiß wird, was bei Anwendung eines derartigen Lichtübertragungssystems zur Ausleuchtung von Operationsgebieten zu ungewollten Verletzungen führen kann. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die Lichtverluste hoch sind. Außerdem hat sich herausgestellt, daß mit einem derartigen Faserkegel der Rand des Beleuchtungsareals nicht beliebig hell ausgeleuchtet werden kann.

In der US 4,294,511 ist ein optisches System zur Verbindung von Lichtleitern für Endoskope beschrieben, bei dem zwischen dem ersten Lichtleiter und dem zweiten Lichtleiter ein Linsensystem angeordnet ist, wobei die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters in der Nähe des proximalen Brennpunktes des Linsensystemes und die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters in der Nähe des distalen Brennpunktes des Linsensystemes angeordnet ist, wobei der Durchmesser der Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters größer ist als die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters. Mit dieser Anordnung soll eine günstigere Intensitätsverteilung des auf das Beleuchtungsfeld abgestrahlten Lichts erzeugt werden. Eine derartige Anordnung hat jedoch den Nachteil, daß sie technisch sehr kompliziert und aufwendig ist. Außerdem weist diese bekannte Anordnung eben-

falls den Nachteil auf, daß der Querschnitt des zweiten Lichtleiters gegenüber dem ersten Lichtleiter verringert ist.

Das aus der eingangs genannten US 3,874,783 bekannte Lichtübertragungssystem weist eine Koppelstelle auf, die derart ausgestaltet ist, daß die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters abgeschrägt ist und die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters, die senkrecht zur Längsachse des zweiten Lichtleiters verläuft, an die abgeschrägte Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters angekoppelt ist. Dadurch wird erreicht, daß sich in den einzelnen Lichtleitfasern des ersten Lichtleiters achsenparallel ausbreitende Lichtstrahlen in den Lichtleitfasern des zweiten Lichtleiters nicht mehr parallel zu deren Längsachse verlaufen, sondern unter einem Winkel gekippt sind. Dadurch wird erreicht, daß im ersten Lichtleiter nicht achsenparallele Strahlen im zweiten Lichtleiter mitunter zu achsenparallelen Strahlen werden, die nur wenig reflektiert und somit wenig gedämpft werden, während die zuvor intensitätsstarken achsenparallelen Lichtstrahlen des ersten Lichtleiters im zweiten Lichtleiter nicht achsenparallel zu den einzelnen Fasern sind und somit stärker gedämpft werden, wodurch das aus dem zweiten Lichtleiter austretende Licht insgesamt eine gleichmäßigere Intensitätsverteilung aufweist, d.h. eine vom Zentrum des Beleuchtungsfeldes zum Rand hin gleichmäßigen Helligkeit besitzen.

Ein ähnliches System ist aus der DE 37 04 162 A1 bekannt.

Mit den zuvor genannten Lichtübertragungssystemen kann somit im Prinzip eine gleichmäßigere Helligkeitsverteilung im Beleuchtungsfeld vom Zentrum zum Rand hin erreicht werden. Dennoch ha-

ben diese bekannten Lichtübertragungssysteme den Nachteil, daß die Einkopplung der Lichtstrahlen vom ersten Lichtleiter in den zweiten Lichtleiter unter einem festen Winkel erfolgt. Da die Helligkeitsverteilung im Beleuchtungsfeld, wie bereits erwähnt, nicht zuletzt von der Abstrahlcharakteristik der Lichtquelle abhängt, kann sich durch Benutzung unterschiedlicher Lichtquellen jeweils eine andere Helligkeitsverteilung im Beleuchtungsfeld ergeben, und zwar auch solche, die wiederum vom Zentrum zum Rand hin abnehmen, oder die einen hell ausgeleuchteten Rand, jedoch ein dunkleres Zentrum aufweisen. Außerdem können unterschiedliche Längen der verwendeten Lichtleiter ebenfalls wieder zu einer ungleichmäßigen Helligkeitsverteilung führen. Darüber hinaus kann es je nach Aufgabenstellung wünschenswert sein, zwischen einer besonders hellen Ausleuchtung eines schmalen und einer weniger hellen, aber gleichmäßigen Ausleuchtung eines breiteren Bereichs wählen zu können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Lichtübertragungssystem der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß eine breitere, gleichmäßigere Lichtverteilung im Beleuchtungsfeld in möglichst vielen Fällen erreicht wird, auch wenn eine andere Lichtquelle oder eine andere Länge der Lichtleiter gewählt wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe hinsichtlich des eingangs genannten Lichtübertragungssystems dadurch gelöst, daß die Koppelstelle so ausgebildet ist, daß der Winkel  $\beta$  variabel einstellbar ist.

Durch die variable Einstellbarkeit des Winkels  $\beta$ , unter dem die aus dem ersten Lichtleiter austretenden Lichtstrahlen bezüglich



der Längsachse des zweiten Lichtleiters eingekoppelt werden bzw. unter dem diese Lichtstrahlen im zweiten Lichtleiter verlaufen, wird der Vorteil erreicht, daß durch Verändern des Winkels  $\beta$  jeweils die gewünschte gleichmäßige breite Lichtverteilung im Beleuchtungsfeld eingestellt werden kann. Auch wenn das Lichtübertragungssystem mit unterschiedlichen Lichtquellen verwendet wird, können unterschiedliche Abstrahlcharakteristiken der Lichtquellen durch Ändern des Winkels  $\beta$  kompensiert werden, um jeweils die breitere und gleichmäßigere Lichtverteilung zu erreichen. Auch bei Verwendung ein und derselben Lichtquelle hat die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Koppelstelle den Vorteil, daß der Anwender je nach seinen Bedürfnissen zwischen heller Ausleuchtung des Zentrums des Beleuchtungsfeldes, indem der Winkel  $\beta$  klein gewählt wird, und einer breiten gleichmäßigen Lichtverteilung wählen kann, indem der Winkel  $\beta$  vergrößert wird. Dies kann sogar soweit gehen, daß, wenn dies gewünscht ist, auch eine Lichtverteilung durch Variieren des Winkels  $\beta$  eingestellt werden kann, die zum Rand hin heller ist als im Zentrum. Durch Variieren des Winkels  $\beta$  können auch auf unterschiedlichen Längen des ersten Lichtleiters oder des zweiten Lichtleiters beruhende Ungleichverteilungen der Lichtverteilung im Beleuchtungsfeld kompensiert werden.

Somit wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe vollkommen gelöst.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Winkel  $\beta$  in Abhängigkeit der Breite der Lichtintensitätsverteilung im ersten Lichtleiter einstellbar.

Es hat sich herausgestellt, daß die Wahl des günstigsten Winkels  $\beta$  zur Erreichung einer möglichst breiten gleichmäßigen Lichtverteilung von der Breite der Lichtintensitätsverteilung abhängt, so daß durch die genannte Maßnahme der optimale Winkel  $\beta$  eingestellt werden kann.

Dabei ist es bevorzugt, wenn der Winkel  $\beta$  auf einen Wert einstellbar ist, der etwa gleich der Breite der Lichtintensitätsverteilung im ersten Lichtleiter an der Stelle des halben Maximums der Lichtintensität ist.

Wenn die Koppelstelle so ausgebildet ist, daß der Winkel  $\beta$  auf den vorgenannten Wert einstellbar ist, wird eine besonders gleichmäßige und breite Lichtverteilung im Beleuchtungsfeld erreicht. Wird der Winkel  $\beta$  kleiner als der vorgenannte Wert gewählt, wird die Lichtverteilung nur unwesentlich verbreitert, und wenn der Winkel  $\beta$  wesentlich größer als die Breite der Lichtverteilung ist, entsteht eine ringförmige Lichtverteilung mit zentraler Verdunkelung.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Winkel  $\beta$  in einem Bereich von  $0^\circ$  bis etwa  $50^\circ$ , vorzugsweise von  $0^\circ$  bis  $30^\circ$ , einstellbar.

Dieser Winkelbereich hat sich bei Tests des erfindungsgemäßen Lichtübertragungssystems zur Erreichung einer gleichmäßigen breiten Lichtverteilung als besonders günstig herausgestellt.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Winkel  $\beta$  dadurch variabel einstellbar, daß die Lichtaustrittsfläche des

ersten Lichtleiters relativ zu der Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters variabel verkippbar ist.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß die Änderung des Winkels  $\beta$  besonders einfach zu bewerkstelligen ist, indem einfach die beiden sich gegenüberstehenden Enden der beiden Lichtleiter gegeneinander verkippt werden. Es können dabei Lichtleiter verwendet werden, deren Lichteintritts- bzw. Lichtaustrittsflächen senkrecht zu den Lichtleitfaserbündeln der Lichtleiter verlaufen.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Koppelstelle ein Verbindungselement zum Verbinden des ersten Lichtleiters mit dem zweiten Lichtleiter auf, wobei das Verbindungselement zweiteilig gelenkig ausgebildet ist, wobei ein erstes Verbindungsteil das Lichtaustrittsseitige Ende des ersten Lichtleiters und ein zweites Verbindungsteil das Lichteintrittsseitige Ende des zweiten Lichtleiters aufnimmt, und wobei das erste und das zweite Teil um eine Schwenkachse gegeneinander verkippbar sind.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß einerseits eine technisch konstruktiv einfache Möglichkeit geschaffen wird, um die beiden Lichtleiter gegeneinander zu verkippen und dadurch den Winkel  $\beta$  zu variieren. Außerdem wird eine mechanisch sichere und die gegenüberstehenden empfindlichen Enden der Lichtleiter schützende Verbindung geschaffen.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind das erste Verbindungsteil und das zweite Verbindungsteil in zumindest zwei

Kippstellungen arretierbar, denen zwei unterschiedliche Werte des Winkels  $\beta$  zugeordnet sind.

Hierbei ist von Vorteil, daß zumindest zwei unterschiedliche Werte des Winkels  $\beta$  fest eingestellt werden können, bspw. eine 0°-Stellung, in der die beiden Lichtleiter nicht gegeneinander verkippt sind, und eine Stellung, die dem vorgenannten Wert des Winkels  $\beta$  entspricht, bei dem eine breite und gleichmäßige Lichtverteilung erreicht wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das zweite Verbindungsteil relativ zu dem ersten Verbindungsteil um eine quer zur Schwenkachse verlaufende Drehachse unabhängig von der eingestellten Kippstellung drehbar.

Hierbei ist von Vorteil, daß ein zusätzlicher Freiheitsgrad der Koppelstelle geschaffen wird, der beispielsweise bei abgeschrägten Lichtein- und -austrittsflächen auch eine Veränderung des Winkels  $\beta$  erlaubt. Darüber hinaus wird dadurch auch die Handhabbarkeit der Lichtleiter verbessert.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters und/oder die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters abgeschrägt.

Dies hat den Vorteil, daß der zweite Lichtleiter in geradliniger Verlängerung des ersten Lichtleiters ohne Verkipfung angeordnet werden kann, und in dieser fluchtenden Stellung bereits ein von null verschiedener Winkel  $\beta$  eingestellt ist, wobei der Wert des Winkels  $\beta$  in dieser Stellung durch den Abschrägungswinkel bestimmt ist. Dieser Wert kann so vorgegeben sein, daß bereits eine relativ gleichmäßige Lichtverteilung besteht und

diese zusätzlich durch geringfügiges Verkippen der Lichtleiter weiter optimiert werden kann. Der gleiche Effekt wird erzielt, wenn die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters abgeschrägt oder sowohl die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters als auch die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters abgeschrägt sind. Eine Abschrägung der genannten Flächen kann beispielsweise durch einen entsprechenden Anschliff erzielt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters und/oder die Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters kegelförmig ausgebildet.

Diese Maßnahme hat ebenfalls den zuvor genannten Vorteil, daß ohne Verkipfung der beiden Lichtleiter relativ zueinander bereits eine Voreinstellung des Winkels  $\beta$  besteht.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Koppelstelle zumindest ein optisch ablenkendes Element auf, das zwischen der Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters und der Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters angeordnet ist.

Diese Maßnahme hat wiederum den Vorteil, daß vorhandene, herkömmliche Lichtleiter verwendet werden können, wobei das optisch ablenkende Element eine Voreinstellung des Winkels  $\beta$  bewirkt. Als optisch ablenkende Elemente sind prismatische Elemente ausreichend. Diese Elemente müssen keine fokussierende Wirkung wie im Stand der Technik besitzen.

Dabei ist es bevorzugt, wenn das optisch ablenkende Element ein Glaskeil, eine Glaspypamide, ein Glaskegel oder ein ähnlicher Körper ist.

Diese Maßnahmen stellen konstruktiv vorteilhaft einfache Elemente dar.

Dabei ist es weiterhin bevorzugt, wenn das optisch ablenkende Element lageverstellbar ist.

Durch diese Maßnahme wird der Vorteil erzielt, daß auf konstruktiv einfache Weise über die Lageverstellung des optisch ablenkenden Elements anstelle über eine variable Verkipfung der Lichtleiter der Winkel  $\beta$  variiert und damit die Helligkeit des Randes des Beleuchtungsfeldes im Verhältnis zur Helligkeit im Zentrum des Beleuchtungsfeldes eingestellt werden kann. Die Lageverstellbarkeit schließt sowohl translatorische Verstellungen als auch Winkelverstellungen ein.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind Lichtleitfasern des ersten Lichtleiters und/oder Lichtleitfasern des zweiten Lichtleiters im Bereich der Koppelstelle bezüglich einer Symmetrieachse des ersten bzw. zweiten Lichtleiters verkippt.

Diese Maßnahme stellt eine weitere vorteilhafte Möglichkeit dar, eine gegenüber dem ersten Lichtleiter veränderte Intensitätsverteilung des Lichts im zweiten Lichtleiter bereits ohne Verkipfung zu erreichen, die zu einer höheren Helligkeit des Randes des Beleuchtungsfelds führt.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der erste Lichtleiter und/oder der zweite Lichtleiter im Bereich der Koppelstelle in zumindest zwei Teilstränge aufgeteilt, die gegeneinander verkippt sind.

Hierbei besteht der Vorteil darin, daß durch Verkipfung der beiden Teilstränge zueinander, die auch variabel sein kann, sowie durch ggf. zusätzliche Verkipfung des zweiten gegenüber dem ersten Lichtleiter eine besonders gleichmäßige Lichtverteilung erreicht werden kann. Darüber hinaus werden durch den schmaleren Luftspalt die Lichtverluste in der Koppelstelle verringert.

Die zuvor genannten Ausgestaltungen der Koppelstelle gemäß Ansprüchen 10 bis 15 werden auch ohne die variable Veränderung des Winkels  $\beta$  als eigenständige Erfindung angesehen.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der erste Lichtleiter als Lichtleitkabel ausgebildet und der zweite Lichtleiter zumindest teilweise in einem Schaft eines Endoskops angeordnet, wobei die Koppelstelle im Bereich eines Anschlusses des Lichtleitkabels an das Endoskop angeordnet ist.

Das erfindungsgemäße Lichtübertragungssystem läßt sich somit vorteilhafterweise in einem endoskopischen System verwenden, wobei das aus dem Endoskop austretende Licht aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Koppelstelle ein Beleuchtungsfeld innerhalb des Beobachtungsraumes mit gleichmäßiger Helligkeitsverteilung ausleuchtet.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das Endoskop für medizinische oder technische Anwendungen ausgelegt.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und der beigelegten Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden hiernach mit Bezug auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Lichtübertragungssystem für eine endoskopische Anordnung in einer schematischen, teilweise geschnittenen, Gesamtdarstellung;

Fig. 2a) und b)

das Lichtübertragungssystem im Bereich der Koppelstelle im Längsschnitt in zwei verschiedenen Betriebsstellungen;

Fig. 3 die Koppelstelle des Lichtübertragungssystems in Fig. 1 gemäß der vorliegenden Erfindung in zwei Teilbildern;

Fig. 4 eine einzelne Lichtleitfaser zur Erläuterung der Wirkung der Koppelstelle in Fig. 3;



Fig. 5a)

- d) eine erste Gruppe von weiteren Ausführungsbeispielen für die Ausgestaltung der Koppelstelle des Lichtübertragungssystems in Fig. 1;

Fig. 6a)

- d) eine zweite Gruppe von Ausführungsbeispielen für die Ausgestaltung der Koppelstelle;

Fig. 7a)

- c) eine dritte Gruppe von Ausführungsbeispielen für die Koppelstelle;

Fig. 8a)

- c) eine vierte Gruppe von Ausführungsbeispielen für die Ausgestaltung der Koppelstelle; und

Fig. 9      ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Ausgestaltung der Koppelstelle.

In Fig. 1 und 2 ist ein mit dem allgemeinen Bezugszeichen 10 versehenes Lichtübertragungssystem für eine endoskopische Anordnung dargestellt.

Das Lichtübertragungssystem 10 weist einen ersten Lichtleiter 12 auf, der mit einem Ende an eine Lichtquelle 14 angeschlossen ist. Der Lichtleiter 12 ist in Form eines flexiblen Lichtleitkabels ausgebildet, das aus einem Lichtleitfaserbündel 16 und einem dieses umgebenden Mantel 18 aufgebaut ist.

Das Lichtübertragungssystem 10 weist weiterhin einen zweiten Lichtleiter 20 auf, der dem ersten Lichtleiter 12 nachgeordnet ist.

Der zweite Lichtleiter 20 ist in einem Endoskop 22 angeordnet. Der zweite Lichtleiter ist aus einem Lichtleitfaserbündel 24 aufgebaut, das durch einen Schaft 26 des Endoskops 22 von einem distalen Ende 28 des Endoskops 22 in ein Gehäuse 30 und von dort in einen Anschluß 32 geführt ist, der an dem Gehäuse 30 vorgesehen ist. Das Endoskop 22 weist ferner ein Okular 34 auf.

Der erste Lichtleiter 12 ist mit dem zweiten Lichtleiter 20 über eine Koppelstelle 36 optisch derart verbunden, daß von dem ersten Lichtleiter 12 von der Lichtquelle 14 aufgenommenes und zugeführtes Licht an der Koppelstelle 36 aus einer Lichtaustrittsfläche 38 des ersten Lichtleiters 12 in eine Lichteintrittsfläche 40 des zweiten Lichtleiters 20 eingekoppelt wird. Die Lichtaustrittsfläche 38 und die Lichteintrittsfläche 40 werden durch Endflächen des Lichtleitfaserbündels 16 bzw. des Lichtleitfaserbündels 24 gebildet. Ein Verbindungselement 44 dient zur Fixierung des ersten Lichtleiters 12 an dem Endoskop 22.

Von der Lichtquelle 14 erzeugtes Licht wird über den ersten Lichtleiter 12 und den zweiten Lichtleiter 20 zum distalen Ende 28 des Endoskops 22 geleitet, wo es unter einem Öffnungswinkel  $\alpha$  zur Beleuchtung eines Beleuchtungsfeldes 42 austritt, der im vorliegenden Fall die Breite der Lichtverteilung an der Stelle des halben Maximums der Lichtintensität bzw. Helligkeit darstellt.

Der Durchmesser des Lichtleitfaserbündels 16 ist in etwa gleich dem Durchmesser des Lichtleitfaserbündels 24.

Mit Bezug auf Fig. 2 wird nun das Verbindungselement 44 näher beschrieben.

Das Verbindungselement 44 weist ein erstes Verbindungsteil 200 auf, das das lichtaustrittsseitige Ende des ersten Lichtleiters 12, genauer gesagt des Lichtleitfaserbündels 16 aufnimmt. Ein zweites Verbindungsteil 202 nimmt das lichteintrittsseitige Ende des zweiten Lichtleiters 20, genauer gesagt dessen Lichtleitfaserbündel 24 auf, das bis in den Anschluß 32 reicht. Das Verbindungsteil 202 ist in Fig. 1 auf den Anschluß 32 aufgesteckt und dort gesichert, läßt sich jedoch von dem Anschluß 32 abnehmen.

Die Besonderheit des Verbindungselements 44 der Koppelstelle 36 besteht nun darin, daß das Verbindungsteil 202 gegenüber dem Verbindungsteil 200 verkipppbar ist, und zwar um eine Schwenkachse 204, über die das Verbindungsteil 202 mit dem Verbindungsteil 200 gelenkig verbunden ist.

Fig. 2a) zeigt einen Betriebszustand des Verbindungselements 44, in dem das Verbindungsteil 202 und das Verbindungsteil 200 eine Stellung aufweisen, in der das Lichtleitfaserbündel 16 und das Lichtleitfaserbündel 24 in geradliniger Verlängerung zueinander stehen, d.h. einen Winkel von 0° miteinander bilden. In Fig. 2b) ist eine Stellung dargestellt, in der das Verbindungsteil 202 relativ zu dem Verbindungsteil 200 derart verkippt ist, daß das Lichtleitfaserbündel und das Lichtfaserbündel 24

einen Winkel  $\beta$  miteinander bilden, dessen Bedeutung hiernach noch näher beschrieben wird.

In den in Fig. 2a) und b) gezeigten Stellungen sind die Verbindungsteile 202 und 200 in diesen Kippstellungen arretierbar, wozu am proximalen Ende des Verbindungselements 44 ein Ring 206 angeordnet ist, der durch eine Feder 208 in seine distale Endstellung vorgespannt ist. In der distalen Endstellung greift ein distaler hülsenartiger Fortsatz 210 des Rings 206 in komplementäre Aussparungen am proximalen Ende des Verbindungsteils 202 ein, wobei jeweils eine Aussparung für die Stellung in Fig. 2a) und eine Aussparung für die Stellung in Fig. 2b) vorgesehen ist.

Das Verbindungsteil 202 weist ferner eine Raste 212 zum Verrasten des Verbindungselements 44 an dem Anschluß 32 des Endoskops 22 auf. Zwischen den in Fig. 2a) und 2b) gezeigten Kippstellungen können alle dazwischenliegenden Kippstellungen zwischen  $0^\circ$  und etwa  $50^\circ$  eingestellt werden.

Durch Verkippen des Verbindungsteils 202 relativ zu dem Verbindungsteil 200 wird aus dem Lichtleitfaserbündel 16 des ersten Lichtleiters 12 austretendes Licht unter dem eingestellten Winkel  $\beta$ , d.h. dem Kippwinkel des Verbindungsteils 202 relativ zu dem Verbindungsteil 200, in das Lichtleitfaserbündel 24 eingekoppelt, wie hiernach mit Bezug auf Fig. 3 noch näher erläutert wird.

Weiterhin ist das Verbindungsteil 200 um eine Drehachse 214, die quer zur Schwenkachse 204 verläuft, über  $360^\circ$  relativ zu

dem Verbindungsteil 200 verdrehbar, wie mit einem Pfeil 216 angedeutet ist.

Die Koppelstelle 36 des Lichtübertragungssystems 10 in Fig. 1 und 2 ist in Fig. 3 im unteren Teilbild ohne das Verbindungselement 44 isoliert dargestellt. Im oberen Teilbild in Fig. 3 sind der erste Lichtleiter 12 in verkippter Stellung und der zweite Lichtleiter 20 wie in Fig. 2 zur Veranschaulichung in einem größeren Abstand voneinander dargestellt.

Aus der Lichtaustrittsfläche 38 des ersten Lichtleiters 12 austretende Lichtstrahlen 46 weisen in ihrer Gesamtheit eine Intensitätsverteilung auf, die in Fig. 3 durch eine Einhüllende 48 veranschaulicht ist. Die Intensitätsverteilung gemäß der Einhüllenden 48 ist beispielhaft keulenförmig dargestellt mit Symmetrieachse 50.

Die Symmetrieachse 50 der Einhüllenden 48 bildet mit der Normale der Lichteintrittsfläche 40 des zweiten Lichtleiters 20 den eingestellten Winkel  $\beta$  in Fig. 2b), der von Null verschieden ist. Die Symmetrieachse 50 der Intensitätsverteilung des aus dem ersten Lichtleiter 12 austretenden Lichtstrahlen ist somit gegen die Lichteintrittsfläche 40 des zweiten Lichtleiters 20 verkippt.

Bei Einkopplung der Lichtstrahlen 46 mit der gemäß der verkippten Symmetrieachse 50 schräggestellten Intensitätsverteilung in die Lichteintrittsfläche 40 des zweiten Lichtleiters werden die intensitätsstärksten, in Richtung der Symmetrieachse 50 aus dem ersten Lichtleiter 12 austretenden Lichtstrahlen schräg in den zweiten Lichtleiter 20 eingekoppelt. Demgegenüber werden inten-

sitätsschwächere Randstrahlen 52 und 54 unter einem kleineren Einfallswinkel in den zweiten Lichtleiter 20 eingekoppelt.

Aufgrund dieser Einkopplung der Lichtstrahlen 46, bei der die intensitätsstärkeren Lichtstrahlen schräg in den zweiten Lichtleiter 20 und intensitätsschwächere Lichtstrahlen im wesentlichen senkrecht in die Lichteintrittsfläche 40 eingekoppelt werden, entsteht eine Intensitätsverteilung von aus dem zweiten Lichtleiter 20 austretenden Lichtstrahlen 56 gemäß einer Einhüllenden 58, die, wie in Fig. 3 dargestellt ist, etwa herzförmig ausgebildet ist. Die durch die Einhüllende 58 beschriebene Intensitätsverteilung weist ein kreisringförmiges Intensitätsmaximum unter etwa demselben Winkel  $\beta$  bezüglich einer Symmetrieachse 62 der durch die Einhüllende 48 beschriebenen Intensitätsverteilung auf. Die Intensitätsverteilung gemäß der Einhüllenden 58 ist breiter und gleichmäßiger, was gleichzeitig eine hellere Ausleuchtung des Randes des Beleuchtungsfeldes 42 in Fig. 1 und damit eine gleichmäßige Ausleuchtung des Beleuchtungsfeldes 42 in Fig. 1 bedeutet.

Die Tiefe einer mittigen Einsenkung 60 der durch die Einhüllende 58 beschriebenen Intensitätsverteilung hängt von dem Winkel  $\beta$  der Verkipfung der Lichtstrahlen ab, derart, daß mit zunehmendem Winkel  $\beta$  die Tiefe der Einsenkung 60 zunimmt. Die mit maximaler Intensität aus dem ersten Lichtleiter 12 austretenden Lichtstrahlen 49a werden in dem zweiten Lichtleiter 20 häufiger totalreflektiert und legen einen längeren Lichtweg zurück als die Randstrahlen 52 oder 54 und werden dementsprechend stärker gedämpft. Die Dämpfungsverluste der Lichtstrahlen 49a bewirken somit bereits einen Ausgleich der Einsenkung 60. Die Koppelstelle 36 ist nun so ausgebildet, daß die Dämpfungsverluste die

Einsenkung 60 der Intensitätsverteilung gemäß der Einhüllenden 58 ausgleichen, was zusätzlich über die variable Einstellbarkeit des Winkels  $\beta$  durch Verkippen des Verbindungsteiles 200 relativ zu dem Verbindungsteil 202 erreicht wird.

Die Einstellbarkeit des Winkels  $\beta$  erfolgt dabei in Abhängigkeit der Breite der Lichtverteilung gemäß der Einhüllenden 48 des ersten Lichtleiters 12. Es hat sich herausgestellt, daß eine besonders gleichmäßige Lichtverteilung des aus dem zweiten Lichtleiter 20 austretenden Lichts gemäß der Einhüllenden 58 erreicht wird, wenn der Winkel  $\beta$  etwa gleich oder in der Größenordnung der Breite der Lichtverteilung des aus dem ersten Lichtleiter 12 austretenden Lichts an der Stelle des halben Maximums der Lichtintensität eingestellt wird. Bei sehr kleinen Werten des Winkels  $\beta$ , bspw. im Bereich von  $0^\circ$  bis  $10^\circ$ , ist die Lichtverteilung des aus dem zweiten Lichtleiter 20 austretenden Lichts schmaler, etwa gleich derjenigen des aus dem ersten Lichtleiter 12 austretenden Lichts. Bei sehr großen Werten des Winkels  $\beta$ , bspw. über  $40^\circ$ , wird die Einsenkung 60 in der Lichtverteilung des aus dem zweiten Lichtleiter 20 austretenden Lichts noch tiefer, d.h. das Zentrum des Beleuchtungsfeldes 42 ist dunkler als der Rand des Beleuchtungsfeldes 42. Eine besonders gleichmäßige und breite Lichtverteilung des aus dem zweiten Lichtleiter 20 austretenden Lichts wird erreicht, wenn für den Winkel  $\beta$  Werte zwischen etwa  $15^\circ$  und etwa  $30^\circ$  eingestellt werden. Dies hängt jedoch auch von der verwendeten Lichtquelle 14 und der Länge des Lichtleiters 12 bzw. der Länge des Lichtleiters 20 ab.

Die Intensitätsverteilung gemäß der Einhüllenden 58 ist rotationssymmetrisch, und zwar bezüglich der Symmetrieachse 62.

Dies soll anhand von Fig. 4 erläutert werden, in der eine einzelne Lichtleitfaser 64 dargestellt ist (bei folgender Betrachtung wird die Brechung der Lichtstrahlen beim Eintritt in die Lichtleitfaser 64 nicht berücksichtigt). Diejenige Schar von Lichtstrahlen, von denen ein Lichtstrahl 66 beispielhaft dargestellt ist, die unter dem Winkel  $\beta$  in einer Ebene 68 einfallen, die die Symmetrieachse 70 der Lichtleitfaser 64 enthält, werden beim Durchtritt durch die Lichtleitfaser 64 an deren Mantelfläche mehrfach total reflektiert (durch strichpunktierte Linie angedeutet), wobei der jeweils an der Mantelfläche reflektierte Lichtstrahl 66' nach jeder Reflexion weiterhin in der Ebene 68 liegt. Dies beruht darauf, daß auch eine Normale 72 am Auftreffpunkt des Lichtstrahles 66 auf der Mantelfläche der Lichtleitfaser 64 in dieser Ebene 68 liegt.

Alle übrigen Scharen von Lichtstrahlen, von denen ein Lichtstrahl 74 dargestellt ist, die in die Lichtleitfaser 64 in Ebenen einfallen, die zu der Ebene 68 parallel sind, jedoch nicht mit dieser zusammenfallen, werden bei jeder Reflexion an der Mantelfläche der Lichtleitfaser 64 aus ihrer Ebene heraus reflektiert (mit gestrichelten Linien dargestellt), da auch die jeweiligen Normalen 76 mit der Ebene 68 einen Winkel bilden. Während bei jeder Totalreflexion der Winkel  $\beta$  erhalten bleibt, ändert sich bei jeder Totalreflexion der Azimutwinkel  $\phi$  des reflektierten Lichtstrahls 74' bezüglich einer x-Achse 78. Der Azimutwinkel  $\phi$  ist der Winkel zwischen der x-Achse 78 und der Normalen auf diejenige Ebene, die von der Symmetrieachse 70 und dem zu dem austretenden Lichtstrahl 74' parallelen, die Symmetrieachse 70 in der Lichtaustrittsfläche schneidenden Lichtstrahl gebildet wird. Über die Gesamtheit der Lichtstrahlen 74 gesehen ergibt sich somit eine Mittelung über den Winkel  $\phi$ , woraus die



Rotationssymmetrie der Intensitätsverteilung gemäß der Einhüllende 58 resultiert.

In Fig. 5 sind weitere Ausführungsbeispiele für Koppelstellen zwischen einem ersten Lichtleiter und einem zweiten Lichtleiter dargestellt, durch die eine gleichmäßige Ausleuchtung des Beleuchtungsareals 42 in Fig. 1 erreicht wird. Eine Lichtrichtung ist dabei mit einem Pfeil 79 angedeutet.

In Fig. 5a) ist eine Koppelstelle 80 zwischen einem ersten Lichtleiter 82 und einem zweiten Lichtleiter 84 dargestellt, wobei der erste Lichtleiter 82 im Bereich der Koppelstelle 80 in bezug zu dem zweiten Lichtleiter 84 verkippt ist, also wie das bei der Koppelstelle 36 der Fall ist. In Fig. 5b) ist ein erster Lichtleiter 86 im Bereich einer Koppelstelle 88 gegenüber einem zweiten Lichtleiter 90 verkippt, wobei eine Lichtaustrittsfläche 92 abgeschrägt ist, während eine Lichteintrittsfläche 94 des zweiten Lichtleiters 90 rechtwinklig zur Längsachse des zweiten Lichtleiters 90 verläuft. In Fig. 5c) ist der zu Fig. 5b) umgekehrte Fall dargestellt, bei der eine Lichteintrittsfläche 96 eines zweiten Lichtleiters 98 abgeschrägt ist. In Fig. 5d) weist ein erster Lichtleiter 100 eine abgeschrägte Lichtaustrittsfläche 102 und ein zweiter Lichtleiter 106 eine abgeschrägte Lichteintrittsfläche 108 auf, während der erste Lichtleiter 100 und der zweite Lichtleiter 106 bei sich parallel gegenüberstehender Lichtaustrittsfläche 102 und Lichteintrittsfläche 108 gegeneinander verkippt sind.

Bei der vorstehend genannten Gruppe von Ausführungsbeispielen kann der Winkel  $\beta$  durch größere oder kleinere Verkipfung eingestellt werden, wobei eine zunehmende Verkipfung der Lichtleiter

eine zunehmende Verkippung der Lichtstrahlen im zweiten Lichtleiter bewirkt. Dabei kann die Verkippung wiederum durch eine gelenkige Verbindung des ersten Lichtleiters mit dem zweiten Lichtleiter bewerkstelligt werden.

Fig. 6 zeigt eine weitere Gruppe von Ausführungsbeispielen, bei denen ein erster Lichtleiter und ein zweiter Lichtleiter im Bereich einer Koppelstelle zwischen beiden nicht gegeneinander verkippt sind, sondern der zweite Lichtleiter in geradliniger Verlängerung hinter dem ersten Lichtleiter angeordnet ist.

Fig. 6a) stellt eine Koppelstelle 110 zwischen einem ersten Lichtleiter 112 und einem zweiten Lichtleiter 114 dar, wobei die Koppelstelle 110 so ausgebildet ist, daß eine Lichteintrittsfläche 116 des zweiten Lichtleiters 114 abgeschrägt ist, während eine Lichtaustrittsfläche 118 des ersten Lichtleiters 112 rechtwinklig ausgebildet ist. Gemäß Fig. 6b) ist eine Lichtaustrittsfläche 120 eines ersten Lichtleiters 122 und ein Lichteintrittsfläche 124 eines zweiten Lichtleiters 126 kegelförmig ausgebildet. Bei dem in Fig. 6c) dargestellten Ausführungsbeispiel ist der erste Lichtleiter 122 aus Fig. 6b) mit einem zweiten Lichtleiter 128 gekoppelt, der eine senkrecht zu seiner Längsachse verlaufende Lichteintrittsfläche 130 aufweist. In Fig. 6d) ist der erste Lichtleiter 112 aus Fig. 6a) mit dem zweiten Lichtleiter 126 aus Fig. 6b) gekoppelt.

Fig. 7 zeigt eine weitere Gruppe von Ausführungsbeispielen, bei denen Lichtleitfasern im Bereich einer Koppelstelle zwischen einem ersten Lichtleiter und einem zweiten Lichtleiter verkippt sind.

In Fig. 7a) ist ein erster Lichtleiter 132 mit einem zweiten Lichtleiter 134 an einer Koppelstelle 136 gekoppelt. Lichtleitfasern 138 des zweiten Lichtleiters 134 sind dabei bezüglich einer Lichtaustrittsfläche 140 des ersten Lichtleiters 132 im Bereich der Koppelstelle 136 dadurch verkippt, daß die Lichtleitfasern 138 um einen Kern 142 gelegt sind. Die Lichtleitfasern 138 weisen dadurch im Bereich ihres der Lichtaustrittsfläche 140 gegenüberliegenden Endes eine Richtung auf, die bezüglich der Normalen der Lichtaustrittsfläche 140 verkippt ist.

In Fig. 7b) ist der umgekehrte Fall dargestellt, daß nämlich Lichtleitfasern 144 eines ersten Lichtleiters 146 gegenüber einer Lichteintrittsfläche 148 eines zweiten Lichtleiters 150 verkippt sind. Fig. 7c) zeigt eine Kopplung zwischen dem ersten Lichtleiter 146 in Fig. 7b) und dem zweiten Lichtleiter 134 in Fig. 7a).

In Fig. 8 ist eine weitere Gruppe von Ausführungsbeispielen einer Koppelstelle dargestellt, die ein optisch ablenkendes Element aufweisen, das zwischen einer Lichtaustrittsfläche des ersten Lichtleiters und einer Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters angeordnet sind.

In Fig. 8a) weist eine Koppelstelle 152 zwischen einem ersten Lichtleiter 154 und einem zweiten Lichtleiter 156 ein optisch ablenkendes Element 158 in Form eines Glaskeils 160 auf. Der erste Lichtleiter 154 und der zweite Lichtleiter 156 sind dabei in einer Linie ausgerichtet, wobei eine Lichtaustrittsfläche 162 und eine Lichteintrittsfläche 164 parallel zueinander angeordnet sind. Der erste Lichtleiter 154 und der zweite Lichtleiter 156 könnten aber auch gegeneinander verschoben sein, um et-

waige Verluste zu verringern. Der Glaskeil 160 wirkt als Prisma und bewirkt somit ebenfalls eine Verkipfung der Symmetrieachse der Hüllkurve der aus der Lichtaustrittsfläche 162 austretenden Lichtstrahlen in bezug zu der Lichteintrittsfläche des zweiten Lichtleiters 156.

In Fig. 8b) ist als optisch ablenkendes Element ein Doppelkegel 166 und in Fig. 8c) ein Glaskörper 168 mit einer einseitig kegelförmigen Ausgestaltung seiner Oberfläche dargestellt.

Bei Verwendung eines optisch ablenkenden Elementes wie vorstehend beschrieben kann zusätzlich für das optisch ablenkende Element eine Lageverstellung, die auch eine Winkelverstellung sein kann, für dasselbe vorgesehen sein, wobei durch eine Lageverstellung des optisch ablenkenden Elements eine Verstellung des Winkels  $\beta$  erreicht werden kann, um die Helligkeitsverteilung der Ausleuchtung des Beleuchtungsareals 42 den Erfordernissen entsprechend einstellen zu können. Dies kann alternativ oder zusätzlich zu einer Verkipfung der Lichtleiter zueinander vorgesehen sein.

In Fig. 9 ist in einem letzten Ausführungsbeispiel eine Koppelstelle 169 zwischen einem ersten Lichtleiter 170 und einem zweiten Lichtleiter 172 dargestellt, wobei der erste Lichtleiter 170 in einen ersten Teilstrang 174 und einen zweiten Teilstrang 176 aufgeteilt ist, wobei der erste Teilstrang 174 gegenüber dem zweiten Teilstrang 176 so verkippt ist, daß die Lichtaustrittsflächen 178 und 180 des ersten Lichtleiters 170 relativ zueinander und bezüglich einer Lichteintrittsfläche 182 des zweiten Lichtleiters 172 schräg gestellt sind. Durch Zusammendrücken der beiden Teilstränge 174 und 176 wird der Winkel

zwischen den Lichtaustrittsflächen 178 und 180 verkleinert, durch Auseinanderbiegen entsprechend vergrößert. Auf diese Weise läßt sich der Winkel  $\beta$  ebenfalls variieren.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten zahlreichen Ausführungsbeispiele von Koppelstellen miteinander kombiniert werden können, um die gewünschte Helligkeitsverteilung in dem Beleuchtungsareal 42 zu erreichen. Des weiteren können mehrere derartiger Koppelstellen in dem Lichtübertragungssystem vorgesehen sein, um die Intensitätsverteilung des Lichts im Übertragungsweg zu korrigieren.

Patentansprüche

1. Lichtübertragungssystem für eine endoskopische Anordnung, mit zumindest einem ersten Lichtleiter (12; 82; 86; 100; 112; 122; 132; 146; 154; 170), der Licht von einer Lichtquelle (14) zuführt, und mit zumindest einem dem ersten Lichtleiter (12; 82; 86; 100; 112; 122; 132; 146; 154; 170) nachgeordneten zweiten Lichtleiter (20; 84; 90; 98; 106; 114; 126; 128; 134; 150; 156; 172), wobei zwischen einer Lichtaustrittsfläche (38; 92; 102; 118; 120; 140; 162; 178; 180) des ersten Lichtleiters (12; 82; 86; 100; 112; 122; 132; 146; 154; 170) und einer Lichteintrittsfläche (40; 94; 96; 108; 116; 124; 130; 148; 164; 182) des zweiten Lichtleiters (20; 84; 90; 98; 106; 114; 126; 128; 134; 150; 156; 172) eine Koppelstelle (36; 80; 88; 110; 146; 152; 169) vorhanden ist, an der das Licht von dem ersten Lichtleiter (12; 82; 86; 100; 112; 132; 146; 154; 170) in den zweiten Lichtleiter (20; 84; 90; 98; 106; 114; 126; 128; 134; 150; 156; 172) eingekoppelt wird, wobei die Koppelstelle (36; 80; 88; 110; 136; 152; 169) so ausgebildet ist, daß solche aus dem ersten Lichtleiter (12; 82; 86; 100; 112; 122; 132; 146; 154; 170) austretende Lichtstrahlen, die im ersten Lichtleiter (12; 82; 86; 100; 112; 122; 132; 146; 154; 170) achsenparallel verlaufen, im zweiten Lichtleiter (20; 84; 90; 98; 106; 114; 126; 128; 134; 150; 156; 172) unter einem Winkel ( $\beta$ ) bezüglich dessen Längsachse verkippt verlaufen, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelstelle (36; 80; 88; 110; 146; 152; 169) so ausgebildet ist, daß der Winkel ( $\beta$ ) variabel einstellbar ist.

2. Lichtübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel ( $\beta$ ) in Abhängigkeit der Breite der Lichtintensitätsverteilung im ersten Lichtleiter (12; 82; 86; 100; 112; 122; 132; 146; 154; 170) einstellbar ist.
3. Lichtübertragungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel ( $\beta$ ) auf einen Wert einstellbar ist, der etwa gleich der Breite der Lichtintensitätsverteilung im ersten Lichtleiter (12; 82; 86; 100; 112; 122; 132; 146; 154; 170) an der Stelle des halben Maximums der Lichtintensität ist.
4. Lichtübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel ( $\beta$ ) in einem Bereich von 0° bis etwa 50°, vorzugsweise von 0° bis 30°, einstellbar ist.
5. Lichtübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel ( $\beta$ ) dadurch variabel einstellbar ist, daß die Lichtaustrittsfläche (38; 92; 102; 118; 120; 140; 162; 178; 180) des ersten Lichtleiters (12; 82; 86; 100; 112; 122; 132; 146; 154; 170) relativ zu der Lichteintrittsfläche (40; 94; 96; 108; 116; 124; 130; 148; 164; 182) des zweiten Lichtleiters (20; 84; 90; 98; 106; 114; 126; 128; 134; 150; 156; 172) variabel verkipptbar ist.
6. Lichtübertragungssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelstelle (36) ein Verbindungselement (44) zum Verbinden des ersten Lichtleiters mit dem zweiten

Lichtleiter aufweist, wobei das Verbindungselement (44) zweiteilig gelenkig ausgebildet ist, wobei ein erstes Verbindungsteil (200) das Lichtaustrittsseitige Ende des ersten Lichtleiters (12) und ein zweites Verbindungsteil (202) das Lichteintrittsseitige Ende des zweiten Lichtleiters (20) aufnimmt, und wobei das erste und das zweite Verbindungsteil (200, 202) um eine Schwenkachse (204) gegeneinander verkippter sind.

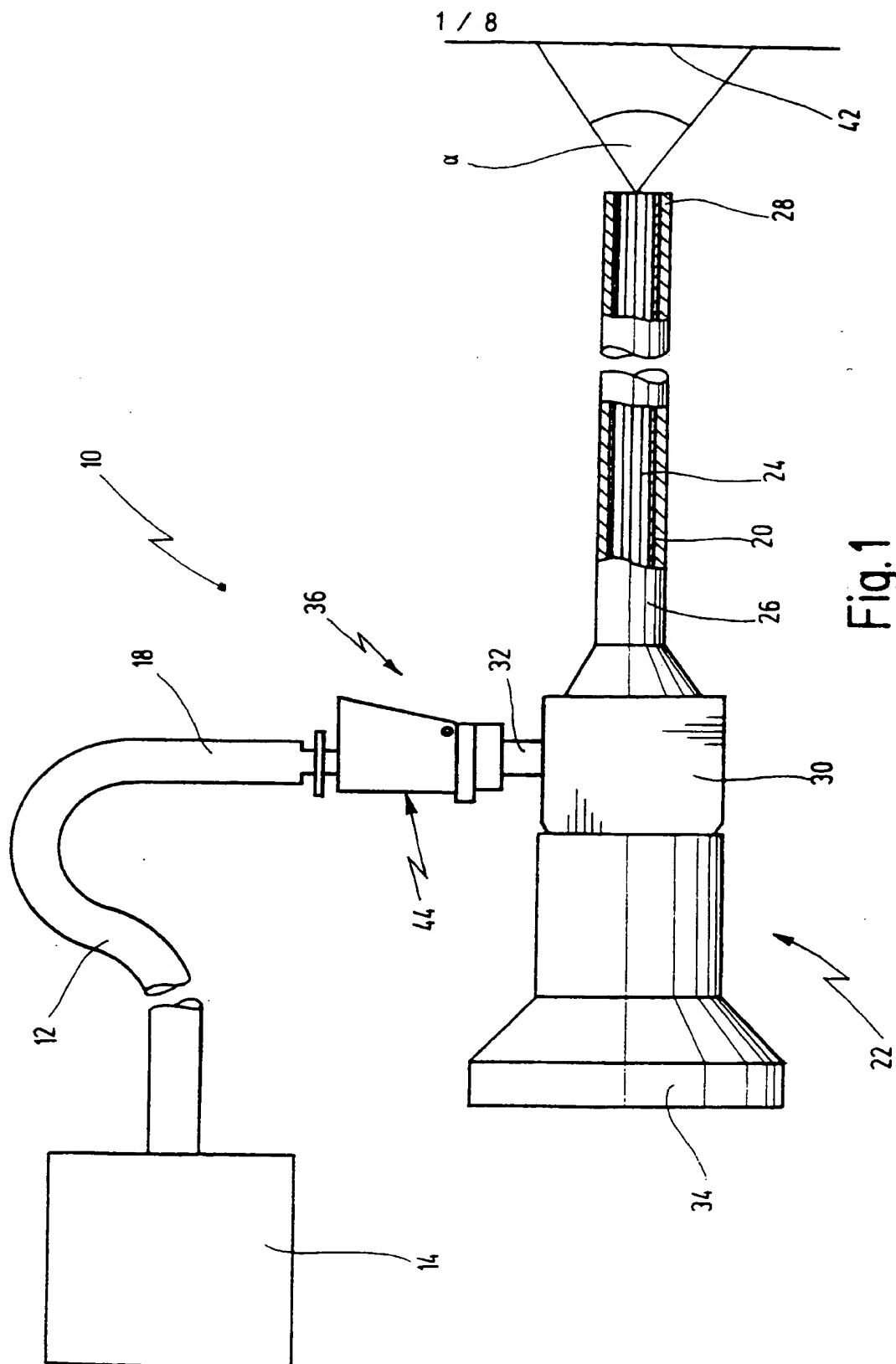
7. Lichtübertragungssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Verbindungsteil (200) und das zweite Verbindungsteil (202) in zumindest zwei Kippstellungen arretierbar sind, denen zwei unterschiedliche Werte des Winkels ( $\beta$ ) zugeordnet sind.
8. Lichtübertragungssystem nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Verbindungsteil (202) relativ zu dem ersten Verbindungsteil (200) um eine quer zur Schwenkachse (204) verlaufende Drehachse (214) unabhängig von der eingestellten Kippstellung drehbar ist.
9. Lichtübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaustrittsfläche (38; 92; 102; 120; 178; 180) des ersten Lichtleiters (86; 100; 122; 170) und/oder die Lichteintrittsfläche (96; 108; 116; 124) des zweiten Lichtleiters (98; 106; 114; 126) abgechrägt ist.
10. Lichtübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtaustrittsfläche (120; 178; 180) des ersten Lichtleiters (122; 170) und/oder die

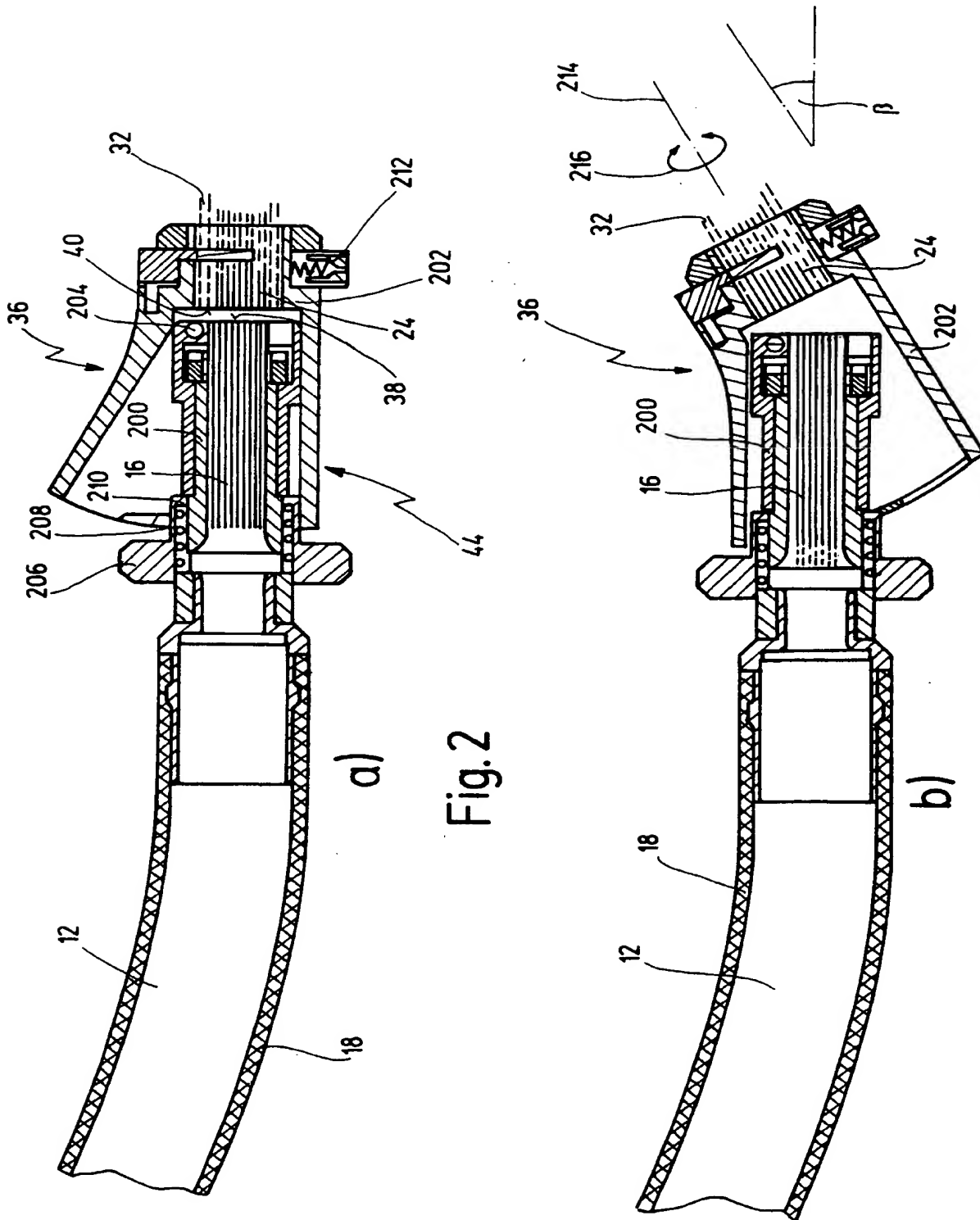


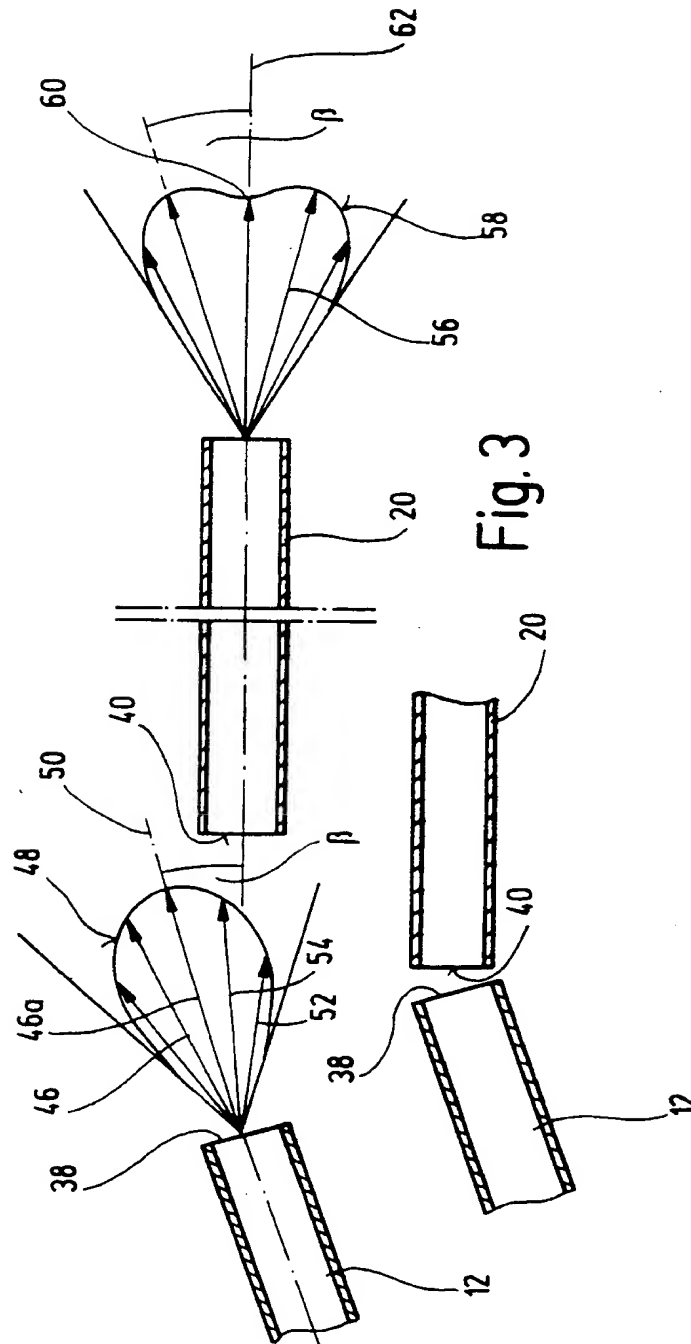
Lichteintrittsfläche (124) des zweiten Lichtleiters (126) kegelförmig ausgebildet ist.

11. Lichtübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelstelle (152) zumindest ein optisch ablenkendes Element (158; 166; 168) aufweist, das zwischen der Lichtaustrittsfläche (162) des ersten Lichtleiters (154) und der Lichteintrittsfläche (164) des zweiten Lichtleiters (156) angeordnet ist.
12. Lichtübertragungssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das optisch ablenkende Element (158) ein Glaskeil (160), eine Glaspypamide, ein Glaskegel oder ein ähnlicher Körper ist.
13. Lichtübertragungssystem nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das optisch ablenkende Element (158) lageverstellbar ist, um den Winkel ( $\beta$ ) einzustellen.
14. Lichtübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtleitfasern (144) des ersten Lichtleiters (146) und/oder Lichtleitfasern (138) des zweiten Lichtleiters (134) im Bereich der Koppelstelle (136) bezüglich einer Symmetrieachse des ersten bzw. zweiten Lichtleiters (146; 134) verkippt sind.
15. Lichtübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Lichtleiter (170) und/oder der zweite Lichtleiter im Bereich der Koppelstelle (169) in zumindest zwei Teilstränge (174; 176) aufgeteilt ist, die gegeneinander verkippt sind.

16. Lichtübertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Lichtleiter (12) als Lichtleitkabel ausgebildet und der zweite Lichtleiter (20) zumindest teilweise in einem Schaft (26) eines Endoskops (22) angeordnet ist, wobei die Koppelstelle (36) im Bereich eines Anschlusses (32) des Lichtleitkabels an das Endoskop (22) angeordnet ist.
17. Lichtübertragungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Endoskop (22) für medizinische Anwendungen ausgelegt ist.
18. Lichtübertragungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Endoskop (22) für technische Anwendungen ausgelegt ist.







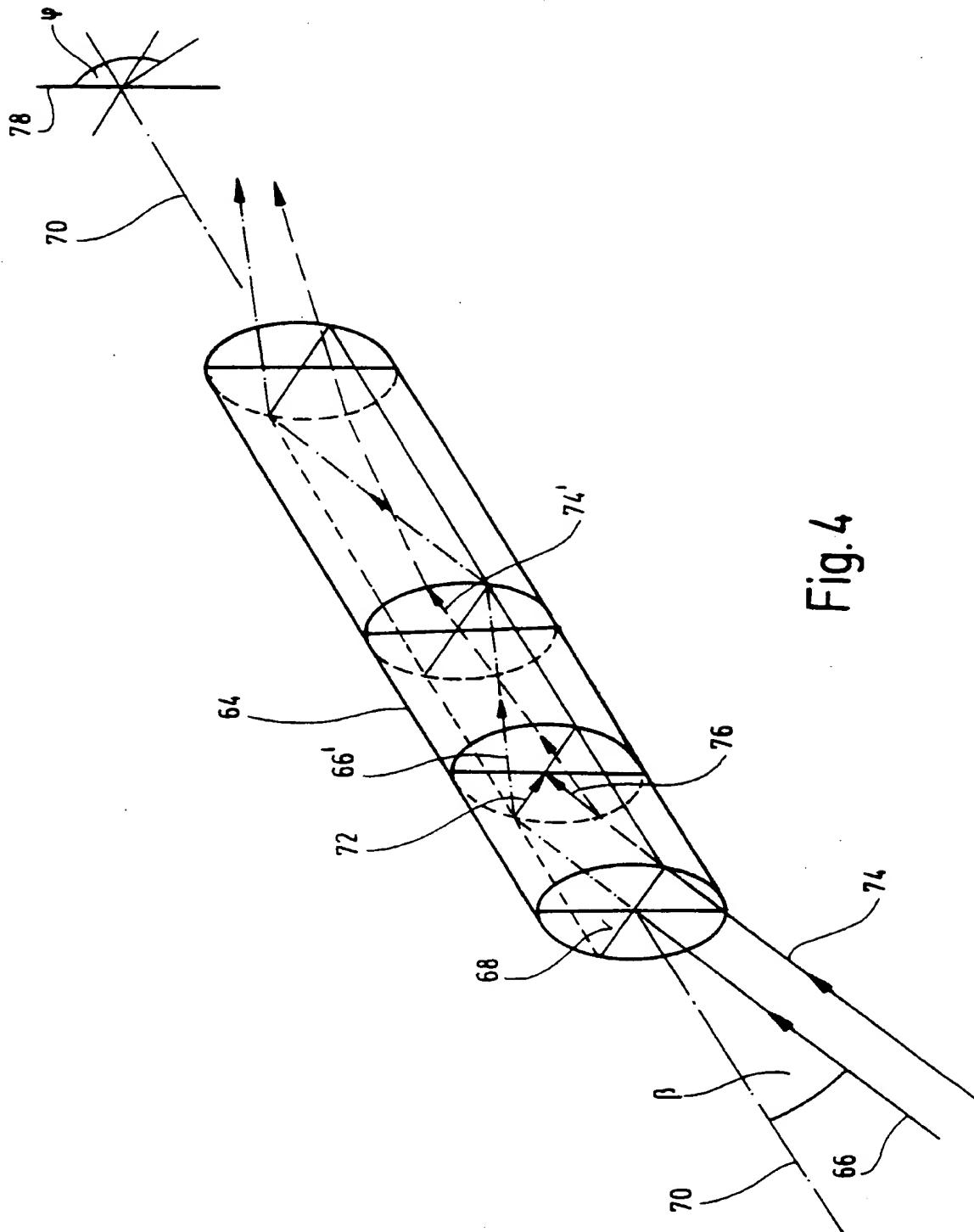


Fig. 4

5 / 8

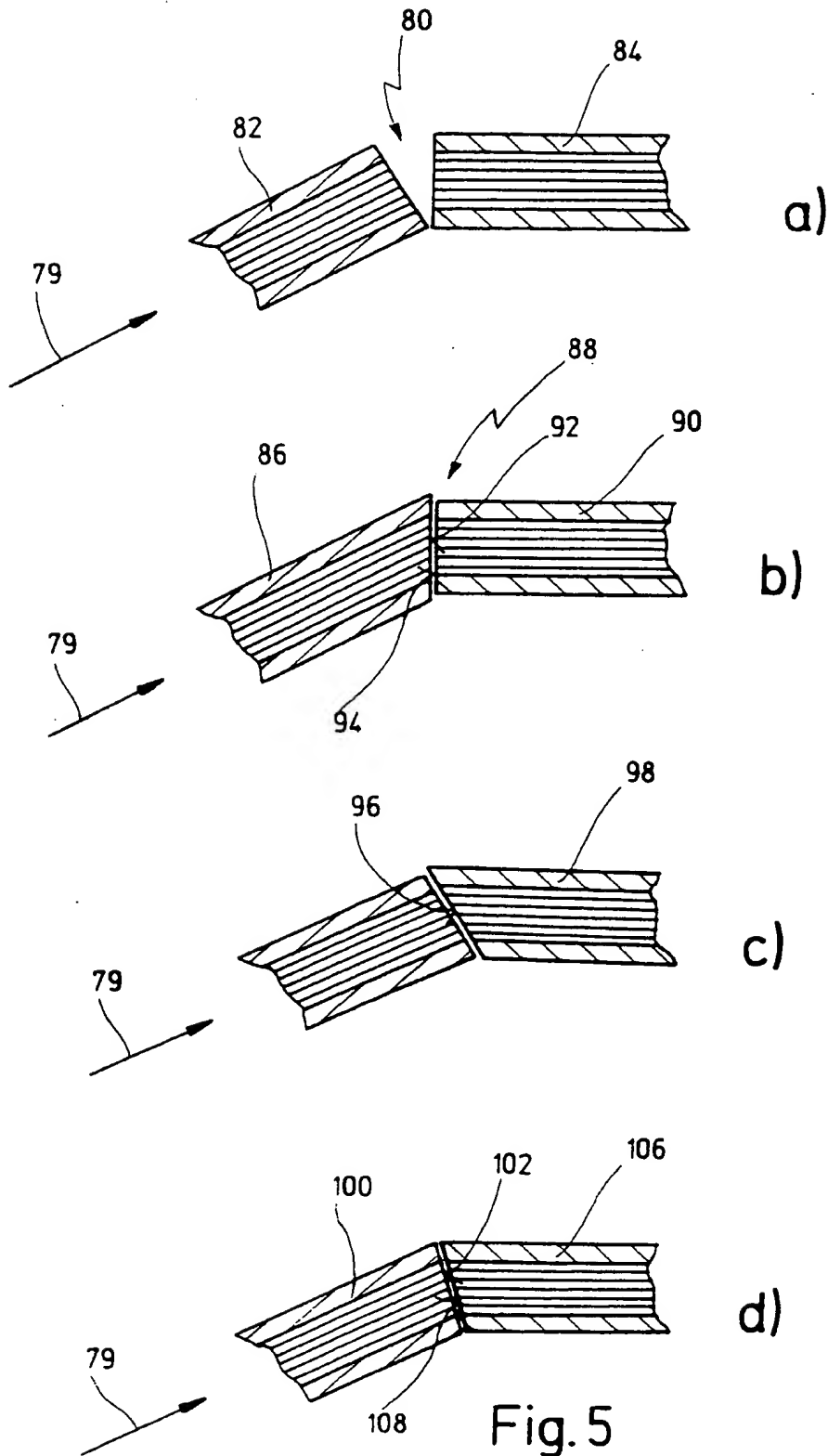


Fig. 5

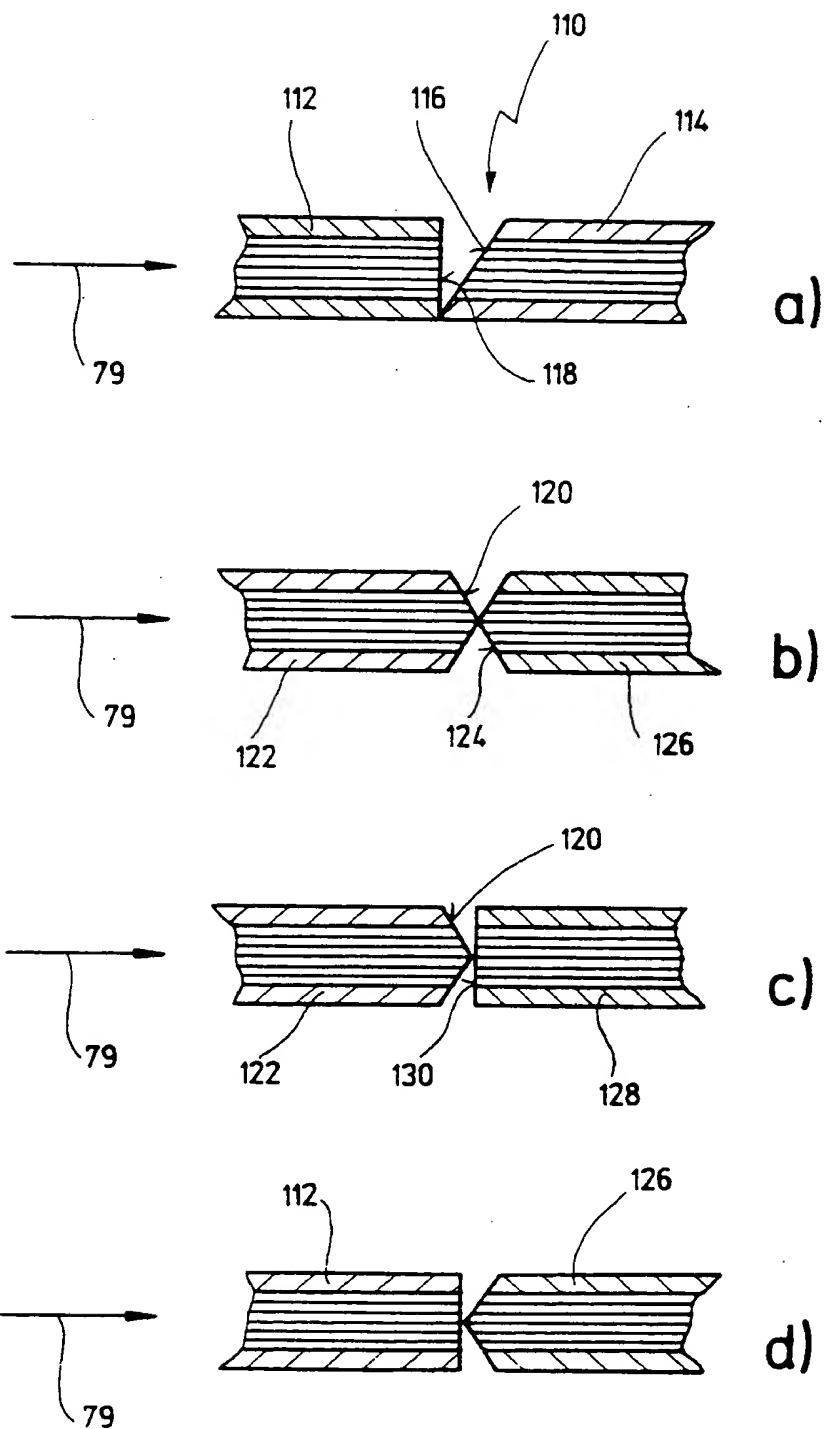


Fig. 6



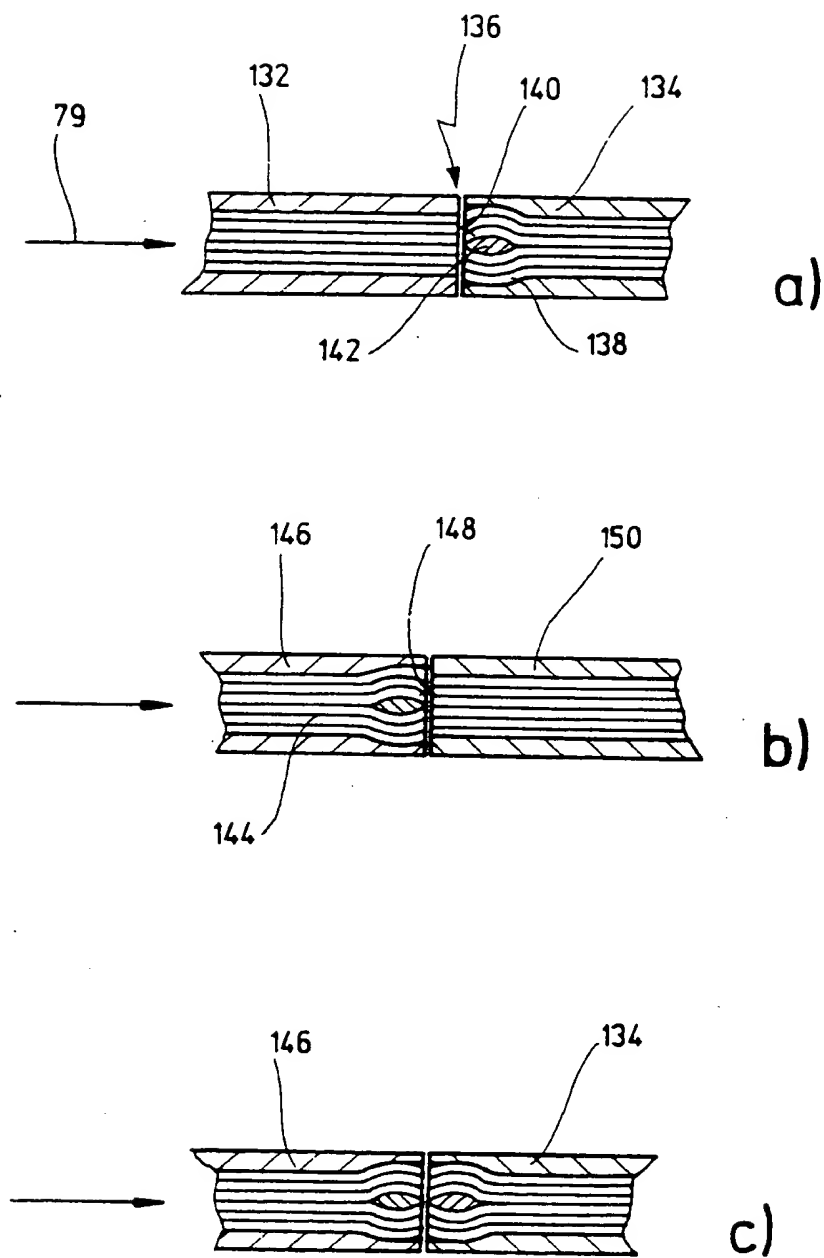


Fig. 7

8 / 8

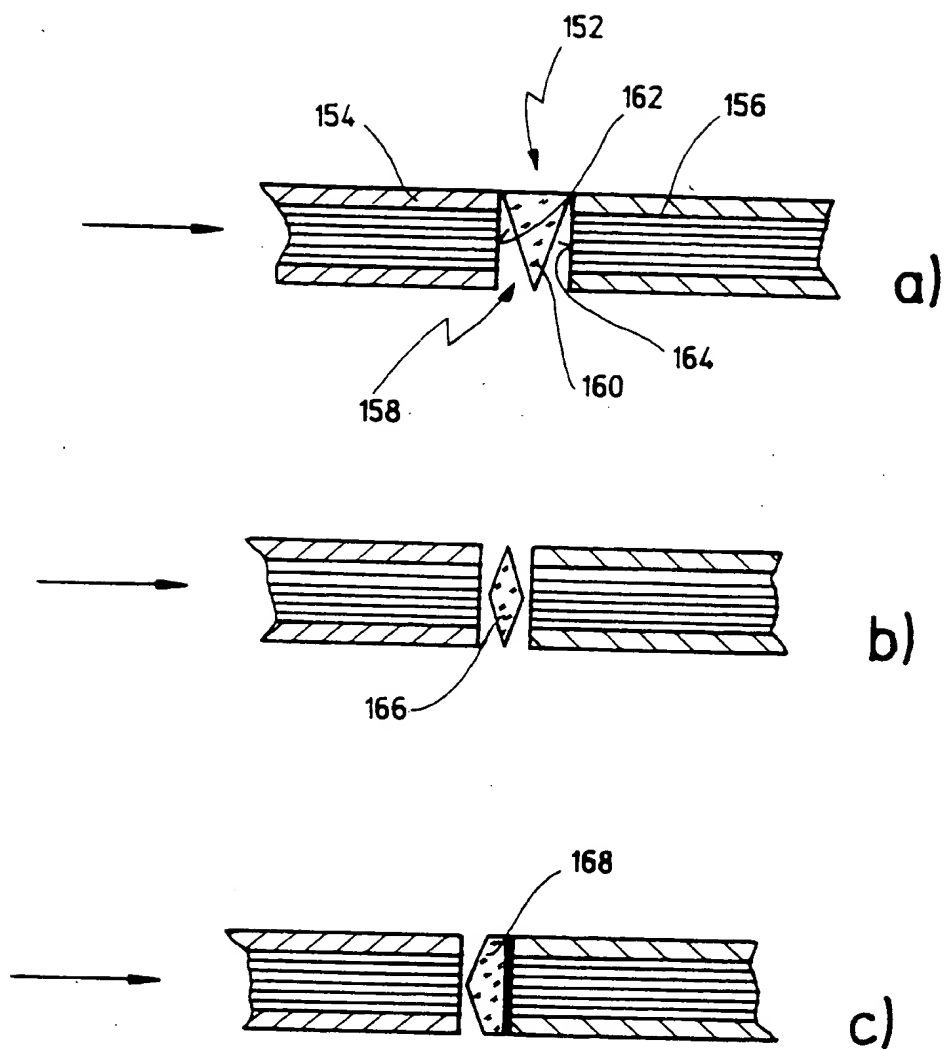


Fig. 8

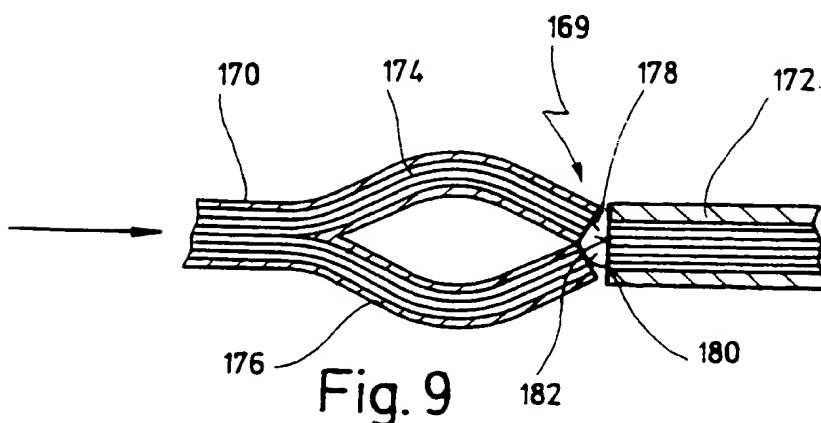


Fig. 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 99/03741

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G02B23/24 A61B1/07

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 G02B A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 754 719 A (BRENNER DOUGLAS M ET AL) 19 May 1998 (1998-05-19)	1,2,5
A	column 4, line 20 - line 51; figure 4	3,4
A	DE 32 02 080 A (OLYMPUS OPTICAL CO) 21 October 1982 (1982-10-21)	1,9,10, 14,15
A	abstract; figures 6,9,26,30	
A	US 4 747 660 A (NISHIOKA KIMHIKO ET AL) 31 May 1988 (1988-05-31)	11,12
X	column 2, line 13 - line 47; figure 5	
X	DE 26 34 370 A (PILKINGTON PERKIN ELMER LTD) 17 February 1977 (1977-02-17)	1,5, 11-13
	page 9 -page 11; figure 3	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 September 1999

Date of mailing of the international search report

04/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

von Moers, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP 99/03741

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5754719 A	19-05-1998	AU 5095198 A EP 0939917 A WO 9822845 A	10-06-1998 08-09-1999 28-05-1998
DE 3202080 A	21-10-1982	JP 1706403 C JP 3073844 B JP 57125731 A US 4403273 A	27-10-1992 25-11-1991 05-08-1982 06-09-1983
US 4747660 A	31-05-1988	JP 60123818 A	02-07-1985
DE 2634370 A	17-02-1977	GB 1483878 A NL 7608556 A	24-08-1977 04-02-1977

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03741

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G02B23/24 A61B1/07

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G02B A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 754 719 A (BRENNER DOUGLAS M ET AL) 19. Mai 1998 (1998-05-19)	1,2,5
A	Spalte 4, Zeile 20 - Zeile 51; Abbildung 4	3,4
A	DE 32 02 080 A (OLYMPUS OPTICAL CO) 21. Oktober 1982 (1982-10-21)	1,9,10, 14,15
A	Zusammenfassung; Abbildungen 6,9,26,30	
A	US 4 747 660 A (NISHIOKA KIMIHIKO ET AL) 31. Mai 1988 (1988-05-31)	11,12
X	Spalte 2, Zeile 13 - Zeile 47; Abbildung 5	
X	DE 26 34 370 A (PILKINGTON PERKIN ELMER LTD) 17. Februar 1977 (1977-02-17)	1,5, 11-13
	Seite 9 -Seite 11; Abbildung 3	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. September 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/10/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

von Moers, F

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03741

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5754719 A	19-05-1998	AU 5095198 A EP 0939917 A WO 9822845 A	10-06-1998 08-09-1999 28-05-1998
DE 3202080 A	21-10-1982	JP 1706403 C JP 3073844 B JP 57125731 A US 4403273 A	27-10-1992 25-11-1991 05-08-1982 06-09-1983
US 4747660 A	31-05-1988	JP 60123818 A	02-07-1985
DE 2634370 A	17-02-1977	GB 1483878 A NL 7608556 A	24-08-1977 04-02-1977